



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) DE 199 10 500 A 1

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 05 K 7/20**  
H 05 K 3/34  
H 05 K 3/28  
H 01 L 23/36

(21) Aktenzeichen: 199 10 500.6  
(22) Anmeldetag: 10. 3. 1999  
(43) Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 10 500 A 1

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Rupp, Bernhard, 75056 Sulzfeld, DE; Sutter, Joerg, 76571 Gaggenau, DE; Krauth, Wolfgang, 77855 Achern, DE; Schwenk, Wolfgang, 77704 Oberkirch, DE; Knoepfel, Gerd, 77815 Bühl, DE; Berling, Claude, Drusenheim, FR

(56) Entgegenhaltungen:

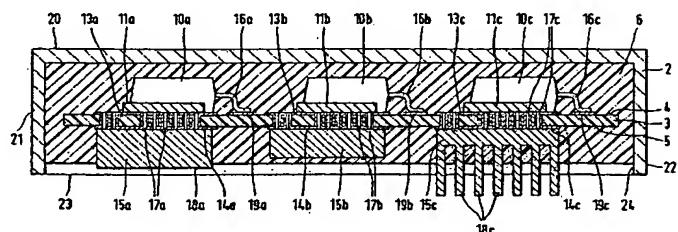
DE	42 31 828 C2
DE	195 06 664 A1
DE	44 16 403 A1
DE	93 08 842 U1
US	51 57 587 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Elektrisches Gerät

(55) Um bei einem elektrischen Gerät, insbesondere Steuergerät, umfassend eine in einem Gehäuse angeordnete Leiterplatte, mit wärmeerzeugenden elektrischen/elektronischen Bauelementen, die auf einer ersten Seite der Leiterplatte auf Leiterbahnen angeordnet sind, die jeweils über eine Anzahl von Durchkontaktierungen mit auf der den Bauelementen gegenüberliegenden zweiten Seite der Leiterplatte angeordneten Leiterbahnen elektrisch leitend verbunden sind, wobei Kühlkörperelemente mit den auf der zweiten Seite angeordneten Leiterbahnen in thermischen Kontakt stehen, die Wärmeableitung zu verbessern und die Herstellung zu vereinfachen, wird vorgeschlagen, die Kühlkörperelemente auf die Leiterbahnen der zweiten Seite der Leiterplatte vorzugsweise als SMD-Bauelemente aufzulöten und den Innenraum des Gehäuses zumindest teilweise mit einer wärmeleitenden und elektrisch isolierenden Vergussmasse auszufüllen, in welcher die wärmeerzeugenden Bauelemente vollständig und die Kühlkörperelemente wenigstens teilweise eingebettet sind.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Gerät mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Ein derartiges Gerät ist beispielsweise aus der DE 195 06 664 A1 bekannt. Bei dem bekannten Gerät ist eine mit wärmerzeugenden Bauelementen bestückte Leiterplatte im Gehäuse eines elektronischen Steuergerätes angeordnet. Die Bauelemente sind in SMD-Technik (Surface Mounted Device) auf jeweils eine Leiterbahn der Leiterplattenoberseite aufgelötet, welche über Durchkontaktierungen mit einer Leiterbahn auf der Unterseite der Leiterplatte elektrisch und wärmeleitend verbunden ist. Separate Wärmeableitblöcke sind mit einem wärmeleitenden Kleber direkt unterhalb der wärmerzeugenden Bauelemente auf die Leiterbahnen der Leiterplattenunterseite aufgeklebt. Die von der Leiterplatte abgewandte Seite der Wärmeableitblöcke steht über eine wärmeleitende Kleberschicht mit dem Gehäuseboden in thermischen Kontakt. Nachteilig bei den bekannten Geräten ist, daß die von den Leistungsbauelementen abgebene Wärme fast ausschließlich über die Durchkontaktierungen auf die Leiterplattenunterseite abgeleitet wird und von dort über den Wärmeleitkleber, den Wärmeableitblock und die weitere Kleberschicht auf das Gehäuse gelangt, von wo die Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Die Wärme muß somit immer die Kleberschicht durchdringen. Bei den von modernen Leistungsbauelementen erzeugten großen Wärmemengen reicht die Wärmeleitfähigkeit der Kleberschicht oft nicht aus, so daß ein Wärmestau auf der Unterseite der Leiterplatte die Folge ist, welcher zu einer Überhitzung der Bauelemente führt. Nachteilig ist auch, daß die Wärme eine weitere Kleberschicht überwinden muß, um an die Umgebung des Steuergerätes gelangen zu können. Weiterhin ist nachteilig, daß die Wärmeableitblöcke nach der Bestückung der Leiterplatte mit SMD-Bauelementen in aufwendiger Weise auf die Leiterplattenunterseite aufgeklebt werden müssen. Es wird somit ein zusätzlicher Herstellungsschritt benötigt, wodurch sich die Herstellungskosten erhöhen.

## Vorteile der Erfindung

Durch das elektrische Gerät mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, werden die bekannten Nachteile bei der Wärmeableitung in elektrischen Geräten vermieden. Da die einzelnen Kühlköperelemente räumlich und elektrisch getrennt voneinander auf die Leiterplatte aufgebracht werden, ist es nicht erforderlich, die Kühlkörper von den üblicherweise auf unterschiedlichem Betriebspotential liegenden Bauelementen elektrisch zu isolieren. Durch die direkte Auflösung der Kühlköperelemente wird der Wärmeübergang erheblich verbessert, da die von den Bauelementen erzeugte Wärme sehr schnell über eine rein metallische Verbindung auf die Kühlköperelemente übertragen wird und ein Wärmedurchgang durch eine teure Isolierfolie oder Kleberschicht nicht erforderlich ist. Vorteilhaft verhindert die elektrisch isolierende Vergußmasse einen versehentlichen Kurzschluß zwischen den mit den elektrischen/elektronischen Bauelementen elektrisch verbundenen Kühlköperelementen und verbessert gleichzeitig die Wärmeableitung, da die Wärme von den Bauelementen nicht nur über die Durchkontaktierungen abfließt, sondern auch direkt auf die Vergußmasse übertragen wird und von dort an das Gehäuse abgegeben werden kann. Außerdem wird die Wärme von den Kühlköperelementen teilweise an die Vergußmasse abgegeben, wodurch die Kühlung der Bauelemente noch wei-

ter verbessert wird. Besonders vorteilhaft ist, daß durch die Verlötzung der Kühlköperelemente auf der Leiterplatte die Herstellungskosten des Gerätes reduziert werden können. Die Kühlköperelementen können zusammen mit den Baulementen auf die Leiterplatte aufgebracht werden. Ein gesonderter Schritt zu Verklebung der Leiterplatte mit den Kühlköperelementen entfällt.

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale ermöglicht.

Besonders vorteilhaft ist, die Kühlköperelemente als SMD-Bauelemente in Oberflächenmontage auf die zweite Seite der Leiterplatte aufzubringen und im Reflow-Lötverfahren mit den Leiterbahnen auf der zweiten Seite der Leiterplatte zu verlöten. Die Kühlköperelemente können wie die elektrischen/ elektronischen Bauelemente mit einem Bestücker auf die Leiterplatte aufgebracht werden und anschließend im Reflow-Lötverfahren mit Leiterbahnen der Leiterplatte verlöten.

Eine besonders gute Kühlung der Bauelemente wird erreicht, wenn der von der Leiterplatte abgewandte Abschnitt der Kühlköperelemente nicht in die wärmeleitende Vergußmasse eingebettet ist und aus ihr herausragt. Dabei kann der nicht in die wärmeleitende Vergußmasse eingebettete Abschnitt der Kühlköperelemente zwecks besserer Wärmeabgabe durch eine Öffnung oder Ausnehmung der Gehäusewand aus dem Gehäuse herausgeführt sein. Die Wärmeabgabe an die Umgebung kann noch dadurch verbessert werden, daß der aus dem Gehäuse herausgeföhrte Abschnitt der Kühlköperelemente mit Kühlrippen versehen ist.

Die Kühlköperelemente lassen sich besonders leicht auf die Leiterplatte auflöten, wenn die den Leiterbahnen zugewandte Seite der Kühlköperelemente mit Zinn beschichtet ist.

Besonders vorteilhaft ist, daß solche Kühlköperelemente, die mit Bauelementen elektrisch verbunden sind, welche in dem Gehäuse elektrisch isoliert anzurichten sind und vor einer versehentlichen Berührung oder einem Kurzschluß mit anderen Bauelementen geschützt werden müssen, einfach vollständig in die elektrisch isolierende Vergußmasse eingebettet werden. Durch die Wärmeleitfähigkeit der Vergußmasse wird dann immer noch eine gute Wärmeabfuhrung erreicht.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes elektronisches Steuergerät.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Figur zeigt einen Querschnitt durch das Gehäuse 2 eines elektrischen Gerätes. In diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich beispielsweise um ein elektronisches Steuergerät, das in ein Kraftfahrzeug eingebaut werden kann. Ein wannenförmiges Gerätgehäuse 2 aus Metall, Kunststoff oder einem anderen geeigneten Material weist einen Boden 20 und vier Seitenwände auf, von denen in der Figur die Seitenwände 21, 22 dargestellt sind. An der dem Boden 20 gegenüberliegenden Seite weist das Gehäuse 2 eine Öffnung oder Ausnehmung 24 auf, durch welche eine Leiterplatte 3 in das Gehäuse eingesetzt ist. Die Leiterplatte 3 ist auf ihrer Oberseite 4 mit großflächigen Leiterbahnen 13a, 13b, 13c zur Aufbringung von elektrischen/ elektronischen Bauelementen und mit Anschlußleiterbahnen 19a, 19b, 19c zum

elektrischen Anschluß der Bauelemente an weitere auf der Leiterplatte angeordnete elektronische Schaltungsteile versehen. Auf jede der Leiterbahnen 13a, 13b, 13c ist jeweils ein elektronisches Leistungsbauelement 10a, 10b, 10c in SMD-Technik (Surface Mounted Device) aufgebracht. Dabei ist jedes wärmeerzeugende Bauelement 10a, 10b, 10c unmittelbar mit seiner Kühlfahne 11a, 11b, 11c auf die diesem Bauelemente zugeordnete Leiterbahn 13a, 13b, 13c aufgelötet. Elektrische Anschlüsse 16a, 16b, 16c der Bauelemente sind mit den Anschlußleiterbahnen 19a, 19b, 19c auf der Oberseite 4 der Leiterplatte verlötet. Die großflächigen Leiterbahnen 13a, 13b, 13c auf der Leiterplattenoberseite 4 sind jeweils über eine Anzahl von Durchkontaktierungen 17a, 17b, 17c mit großflächigen Leiterbahnen 14a, 14b, 14c auf der Unterseite 5 der Leiterplatte 3 elektrisch verbunden. Die Durchkontaktierungen 17a, 17b, 17c können mit Lotpaste oder in anderer Weise gefüllt sein, um eine möglichst gute Wärmeableitung auf die Leiterbahnen 14a, 14b, 14c der Leiterplattenunterseite 5 zu gewährleisten. Auf jede der Leiterbahnen 14a, 14b, 14c ist ein Kühlköperelement 15a, 15b, 15c in SMD-Technik direkt aufgelötet. Die Kühlköperelemente 15a, 15b, 15c können als Stanzteile, Stanzbiegeteile, Strangpreßprofil oder in anderer Weise hergestellt sein. Vorzugsweise sind die Kühlköperelemente aus Kupfer oder Aluminium gefertigt. Die Herstellung der Leiterplatte kann wie folgt durchgeführt werden.

Zunächst wird die Leiterplatte 3 auf den Leiterbahnen 13a, 13b, 13c der Oberseite in bekannter Weise mit einem Lotpastenauftrag versehen. Anschließend werden die elektronischen Leistungsbauelemente 10a, 10b, 10c und gegebenenfalls noch weitere nicht dargestellte elektrische/elektronische Bauelemente mit einem SMD-Bestücker auf die Lotpaste aufgesetzt und in einem Reflow-Lötöfen mit den Leiterbahnen 13a, 13b, 13c verlötet. Dabei können gleichzeitig die Anschlüsse 16a, 16b, 16c mit den Anschlußleiterbahnen 19a, 19b, 19c verlötet werden. Anschließend wird die Leiterplatte gewendet und mit nunmehr nach oben weisender Unterseite 5 auf den großflächigen Leiterbahnen 14a, 14b, 14c mit Lotpaste versehen und dann erneut einem 510-Bestücker zugeführt, welcher nun die Kühlköperelemente 15a, 15b, 15c als SMD-Bauelemente auf die mit der Lotpaste versehenen Leiterbahnen 14a, 14b, 14c absetzt. Die den Leiterbahnen 14a, 14b, 14c zugewandte Seite der Kühlköperelemente ist mit Zinn beschichtet, um eine verbesserte Lötfähigkeit zu erzielen. Anschließend werden die Kühlköperelemente durch nochmaliges Reflow-Löten mit den Leiterbahnen 14a, 14b, 14c verlötet. Um dabei zu verhindern, daß die bereits auf die Leiterplatte aufgelötenen Bauelemente 10a, 10b und 10c auf der bei dem zweiten Reflow-Lötprozeß nach unten weisenden Oberseite 4 der Leiterplatte aufgrund ihrer Gewichtskraft absfallen, können Lotpasten mit verschiedenen Schmelzpunkten für die Oberseite und Unterseite verwandt werden. So ist beispielsweise vorgesehen, die elektrischen/elektronischen Bauelemente 10a, 10b, 10c mit einer hochschmelzenden Lotpaste auf die Oberseite 4 aufzulöten und die Kühlköperelemente 15a, 15b, 15c mit einer niedrigschmelzenden Lotpaste auf die Unterseite 5 aufzulöten. Beim Reflow-Lötöfen der Kühlköperelemente wird dann eine Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes der niedrigschmelzenden Lotpaste aber unterhalb des Schmelzpunktes der hochschmelzenden Lotpaste im Reflow-Lötöfen eingestellt. Hierdurch wird die Lötverbindung der Bauelemente 10a, 10b, 10c nicht erneut aufgeschmolzen. Gegebenenfalls kann die Oberseite 4 während des zweiten Reflow-Lötverfahrens gekühlt werden, um ein erneutes Aufschmelzen der Lötverbindungen zu vermeiden. Natürlich ist es auch möglich, zuerst die Kühlköperelemente auf die Leiterplatte zu bestücken und anschließend

erst die elektrischen Bauelemente. In diesem Fall wird dann die hochschmelzende Lotpaste für die Kühlköperelemente und die niedrigschmelzende Lotpaste für die Bauelemente verwendet.

Nach der Fertigstellung der mit den Bauelementen und Kühlköperelementen bestückten Leiterplatte 2 wird diese in das wannenförmige Gehäuse 2 derart eingesetzt, daß die Bauelemente 10a, 10b, 10c der Gehäusewand 20 zugewandt sind und die Kühlköperelemente 15a, 15b, 15c der Ausnehmung 24. Anschließend wird der Gehäuseinnenraum mit einer elektrisch isolierenden und wärmeleitenden Vergußmasse 6 ausgegossen. Als Vergußmasse dient beispielsweise Epoxidharz oder Silikon. Wie in der Figur erkennbar ist, wird das mit der Kühlfahne 11b des Bauelementes 10b elektrisch verbundene Kühlköperelement 15b dabei vollständig in die Vergußmasse eingebettet, während die mit den Bauelementen 10a und 10c verbundenen Kühlköperelemente 15a und 15c mit einem Abschnitt 18a bzw. 18c aus der Vergußmasse 6 herausragen. Der von der Leiterplatte abgewandte Abschnitt 18a des Kühlköperelementes 15a ist als ebene Fläche ausgestaltet, während der Abschnitt 18c des Kühlköperelementes 15c zusätzlich mit Kühlrippen versehen ist, die durch die Öffnung 24 in den Außenraum abstehen. Durch die aus der Vergußmasse ragenden Abschnitte 18a, 18c der Kühlköperelemente 15a, 15c wird eine besonders wirksame Wärmeabgabe an die Umgebung des Steuergerätegehäuses erreicht, wobei diese Abgabe im Fall des Kühlköperelementes 15c durch die Kühlrippen noch etwa effektiver ist. Wie in der Figur erkennbar ist, ist der Kühlkörper 15b des Bauelementes 10b vor einem Kurzschluß mit den Kühlköperelementen 15a, 15c der Bauelemente 10a, 10c durch die elektrisch isolierende Vergußmasse geschützt. Auf diese Weise können alle Kühlköperelemente von Bauelementen, die auf unterschiedlichem Potential liegen vollständig in die Vergußmasse eingebettet werden, während die Kühlköperelemente von nicht potentialführenden Bauelementen oder solchen Bauelementen, die auf gleichem Potential liegen, aus der Vergußmasse herausragen können. Abweichend von dem in der Figur gezeigten Ausführungsbeispiel ist es außerdem möglich, auf solche Leiterbahnen der Leiterplattenunterseite, welche benachbarten Bauelementen zugeordnet sind, deren Gehäuse auf gleichem elektrischen Potential liegt, ein gemeinsames Kühlköperelement aufzulöten.

Wie in der einzigen Figur zu erkennen ist, erfolgt eine Wärmeableitung der von den Bauelementen 10a, 10b, 10c erzeugten Wärme nicht nur über die Durchkontaktierungen 17a, 17b, 17c sondern auch über die Vergußmasse 6, so daß eine wirksame Kühlung der Bauelemente gegeben ist.

#### Patentansprüche

1. Elektrisches Gerät, insbesondere Steuergerät, umfassend eine in einem Gehäuse (2) angeordnete Leiterplatte (3), mit wärmeerzeugenden elektrischen/elektronischen Bauelementen (10a, 10b, 10c), die auf einer ersten Seite (4) der Leiterplatte auf Leiterbahnen (13a, 13b, 13c) angeordnet sind, die jeweils über eine Anzahl von Durchkontaktierungen (17a, 17b, 17c) mit auf der den Bauelementen gegenüberliegenden zweiten Seite (5) der Leiterplatte angeordneten Leiterbahnen (14a, 14b, 14c) elektrisch leitend verbunden sind, wobei Kühlköperelemente (15a, 15b, 15c) mit den auf der zweiten Seite (5) angeordneten Leiterbahnen (14a, 14b, 14c) in thermischen Kontakt stehen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlköperelemente (15a, 15b, 15c) auf die Leiterbahnen (14a, 14b, 14c) der zweiten Seite (5) der Leiterplatte aufgelötet sind, und daß der Innen-

raum des Gehäuses (2) zumindest teilweise mit einer wärmeleitenden und elektrisch isolierenden Vergußmasse (6) gefüllt ist, in welcher die wärmeerzeugenden Bauelemente (10a, 10b, 10c) vollständig und die Kühlkörperelemente (15a, 15b, 15c) wenigstens teilweise eingebettet sind.

2. Elektrische Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkörperelemente (15a, 15b, 15c) als SMD-Bauelemente auf die zweite Seite (5) der Leiterplatte (3) aufgebracht sind und im Reflow-Lötverfahren mit den Leiterbahnen (14a, 14b, 14c) auf der zweiten Seite, der Leiterplatte verlötet sind.

3. Elektrisches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein von der Leiterplatte abgewandter Abschnitt (18a, 18c) des wenigstens eines Kühlkörper-elementes (15a, 15c) nicht in die wärmeleitende Vergußmasse (6) eingebettet ist.

4. Elektrisches Gerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht in die wärmeleitende Vergußmasse (6) eingebettete Abschnitt (18c) des wenigstens einen Kühlkörper-elementes (15c) durch eine Ausnehmung (24) aus dem Gehäuse (2) herausgeführt ist.

5. Elektrisches Gerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Ausnehmung (24) aus dem Gehäuse (2) herausgeföhrte Abschnitt (18c) des wenigstens einen Kühlkörper-elementes (15c) mit Kühlrippen versehen ist.

6. Elektrisches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Leiterbahnen (14a, 14b, 14c) zugewandte Seite der Kühlkörperelemente (15a, 15b, 15c) mit Zinn beschichtet ist.

7. Elektrisches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß solche Kühlkörperelemente (15b), die über Durchkontaktierungen (17b) mit Bauelementen (10b) elektrisch verbunden sind, welche in dem Gehäuse elektrisch isoliert anzutreffen sind, vollständig in die elektrisch isolierende Vergußmasse (6) eingebettet sind.

40

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

**BEST AVAILABLE COPY**

